Environnement Canada Environment Canada

Canada

La recherche, fondement de décisions prises pour le bénéfice des Canadiens

L'Institut national de recherche sur les eaux
d'Environnement Canada

NATIONAL WATER RESEARCH INSTITUTE
INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES EAUX

105-04147/

La recherche, fondement de décisions prises pour le bénéfice des Canadiens

Rapport nº 6, Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE
Institut national de recherche sur les eaux, Environnement Canada

Leah Brannen, Karl Schaefer et Alex T. Bielak
avec Mehran Alaee, Kent Burnison, Patricia Chambers, Murray Charlton, Dean Jeffries, Jim Maguire, Jiri Marsalek, Derek Muir, Tom Murphy, Terry Prowse et Susan Watson

Environnement Canada Environment Canada

NATIONAL WATER RESEARCH INSTITUTE
INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES EAUX

© Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2005

Le présent rapport n'est disponible qu'en version électronique; il peut être téléchargé à partir du site Web l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) : http://www.inre.ca

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Vedette principale au titre : ***La recherche, fondement de décisions prises pour le bénéfice des Canadiens***

(Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE, ISSN 1499-5913; nº 6)

Publ. aussi en anglais sous le titre : Research into action to benefit Canadians.

Comprend des références bibliographiques.

ISBN 0-662-79381-1

Nº de cat. En40-237/6-2005F

1. Eau – Qualité – Recherche – Canada.
2. Eau – Recherche – Canada.
3. Eau – Pollution – Recherche – Canada.
4. Eau – Politique gouvernementale – Canada.

I. Brannen, Leah.

II. Schaefer, Karl Alfred, 1963- .

III. Bielak, Alexander T. (Alexander Thomas), 1953- .

IV. Institut national de recherche sur les eaux (Canada)

V. Coll.

TD424.4C3R32 2005 363.739'4'072071 C2005-980087-9

Internet :

PDF: En40-237/6-2005F-PDF
0-662-79383-8

HTML: En40-237/6-2005F-HTML
0-662-79384-6

Référence correcte :

Brannen, L., K. Schaefer et A.T. Bielak. 2005. La recherche, fondement de décisions prises pour le bénéfice des Canadiens. Institut national de recherche sur les eaux, Burlington, Ontario. Rapport n°6, Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE. 44 p.

Crédits photographiques :

Photo de couverture : « Trilight » reproduite avec l'autorisation de Scott McGee (www.alaskaphotos.biz). La photo montre le glacier Llewellyn Glacier qui s'étend au loin jusqu'au lac Atlin, le plus grand lac naturel de la Colombie-Britannique. Il est illuminé par l'aurore boréale, le soleil qui se couche et la lune qui se lève.

Ray Semkin (p. 13), Alberta Environment (p. 15), David Riecks, du CD « Visualizing the Great Lakes » (p. 17), Derek Muir (p. 20), Corel Corporation, du CD « O Canada » (p. 23), USDA Natural Resources Conservation Service (p. 26), http://www.freeimages. co.uk/ (p. 29), Mike Benner (p. 32), Basel Action Network (p. 35), Daniel Peters (p. 38), Tom Murphy (p. 41).

Remerciements :

Les auteurs remercient Tracie Greenberg, John Lawrence, Kristin May, Grazyna Modzynski et Fred Wrona pour l'aide apportée à la réalisation des éléments graphiques, à la rédaction et à la révision.

Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE

L'Institut national de recherche sur les eaux

L'institut national de recherche sur les eaux (INRE) est le plus important établissement de recherche sur les eaux douces au Canada. Il compte cinq installations au pays : au Centre canadien des eaux intérieures, à Burlington (Ontario) et à l'Institut national de recherche en hydrologie à Saskatoon (Saskatchewan), ainsi qu'à Gatineau (Québec), Fredericton (Nouveau-Brunswick) et Victoria (Colombie-Britannique). L'INRE mène des activités dans toutes les régions du Canada ainsi qu'à l'étranger dans le but de protéger nos ressources en eau et d'en maintenir la qualité et la quantité.

Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE

Au nom du gouvernement du Canada, l'INRE dirige des évaluations scientifiques sur des questions prioritaires liées aux eaux douces au Canada et en publie les résultats. Généralement, les rapports d'évaluation sont rédigés par des spécialistes de l'INRE, d'organismes gouvernementaux, d'universités et de l'industrie. Ils font le point sur les connaissances scientifiques, sur les tendances et sur les besoins en matière d'information et de programmes. Ces documents qui font autorité ont pour objet d'aider les décideurs, les gestionnaires des ressources et les chercheurs à établir des priorités de recherche et à élaborer des politiques et des pratiques de gestion judicieuses.

Ce rapport, ainsi que les rapports précédents de cette série, sont accessibles à http://www.inre.ca/.

Nº 1 – Menaces pour les sources d'eau potable et les écosystèmes aquatiques au Canada. (2001)

Nº 2 – Évaluation nationale des données des études de suivi des effets sur l'environnement des fabriques de pâtes et papiers (2003)

Nº 3 – Menaces pour la disponibilité de l'eau au Canada (2004)

Nº 4 – Dix ans de recherches sur les effets environnementaux des effluents des fabriques de pâtes et papiers au Canada (1992-2002) (2004)

Nº 5 – Évaluation nationale des données des études de suivi des effets sur l'environnement des fabriques de pâtes et papiers : Résultats des cycles 1 à 3 (2005)

Table des matières

Recherches sur l'eau pour le bénéfice des Canadiens 9

Protection de l'environnement contre les pluies acides 11

Les éléments nutritifs et l'environnement canadien 14

Pesticides – Le tributylétain (TBT) 17

Polluants organiques persistants – La Convention de Stockholm 19

Égouttement des routes – Sécurité du public, compétitivité et amélioration de la durabilité environnementale 22

Goût et odeur de l'eau potable 25

Produits pharmaceutiques dans l'environnement – une nouvelle menace? .. 28

Moules zébrées, éléments nutritifs et la " zone morte " – La question des Grands Lacs 31

Substances chimiques ignifuges – Une source de préoccupation environnementale 34

Le delta Paix-Athabasca a besoin d'eau 37

Technologie d'assainissement des sédiments 40

Principales publications scientifiques 43

Recherches sur l'eau pour le bénéfice des Canadiens

Les Canadiens paient pour les recherches effectuées par le gouvernement fédéral. Ce sont les contribuables qui paient la note lorsque les scientifiques d'Environnement Canada vêtus de leurs parkas rouges prélèvent des échantillons dans les lacs de l'Arctique ou quand les techniciens en recherche chaussés de cuissardes prélèvent des sédiments dans les étangs urbains à proximité des grandes routes afin d'analyser les contaminants.

Les Canadiens financent les recherches qui visent à découvrir les substances qui se retrouvent dans les lacs, les rivières et les milieux humides et à déterminer leurs incidences possibles sur les organismes aquatiques ou sur l'eau potable. Les citoyens paient pour savoir si la qualité de l'eau des Grands Lacs s'améliore et si le changement climatique aura des conséquences sur la quantité d'eau dont le Canada pourra disposer. Y aura-t-il suffisamment d'eau pour répondre à nos besoins futurs? En aura-t-il assez pour soutenir la compétitivité de l'économie canadienne?

Le gouvernement du Canada a pris un engagement ferme à l'égard des sciences et de la technologie. L'eau douce est un enjeu prioritaire; les sciences appliquées et connexes sur l'eau douce contribuent à ce que les Canadiens et les écosystèmes aient de l'eau propre, salubre et sans danger. Un rôle important du gouvernement fédéral consiste à fournir les connaissances scientifiques sur lesquelles seront fondés les décisions ainsi que les politiques et les règlements judicieux.

Depuis plus de 30 ans, l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) d'Environnement Canada effectue des travaux de recherche sur les eaux pour le bénéfice des Canadiens. L'INRE a dirigé d'importantes évaluations nationales multipartites sur les nouvelles menaces à la qualité de l'eau et à sa quantité ainsi qu'à la santé des écosystèmes aquatiques. Ces évaluations ont produit les connaissances scientifiques utilisées actuellement dans les politiques sur l'eau et les processus décisionnels à tous les paliers de gouvernement. L'INRE, qui reconnaît l'importance vitale de l'eau pour la santé humaine et l'environnement, la vigueur de notre économie et la compétitivité de l'agriculture et du secteur industriel, est devenu le chef de file mondial en matière d'eau.

L'INRE est le plus important établissement de recherche sur les eaux douces au Canada. Il compte plus de 300 employés, dont des spécialistes de l'écologie aquatique, des hydrologues. des toxicologues, des spécialistes de la géographie physique, des modélisateurs, des limnologues, des chimistes de l'environnement et des techniciens qui oeuvrent à travers le pays. L'INRE a joué un rôle de premier plan dans le rétablissement des Grands Lacs, la réduction des pluies acides, la réglementation des substances toxiques et l'élaboration de conventions internationales sur l'atmosphère; il a également contribué à instaurer la gestion environnementale des ressources en eau douce du Canada, du plus petit cours d'eau aux vastes bassins hydrographiques.

Ce rapport présente onze cas qui racontent les succès passés et les activités en cours, et il y en a encore beaucoup plus à raconter dans l'avenir. Ces cas illustrent bien les recherches effectuées à même les fonds provenant des contribuables et décrivent comment la recherche a permis de mieux cerner les menaces qui pèsent sur nos ressources en eau, comment la science appliquée a soutenu et continue de soutenir l'élaboration de règlements, de recommandations, de lignes directrices, de politiques et d'accords internationaux et quels sont les avantages tangibles d'une saine gestion de nos ressources aquatiques pour l'économie et la santé.

Protection de l'environnement contre les pluies acides

En 2000, 2,5 millions de tonnes d'anhydride sulfureux ont été rejetées dans l'environnement canadien.

Les polluants atmosphériques acidifiants ont des effets néfastes sur les lacs, les cours d'eau, les forêts, les sols, les poissons, la faune et la santé humaine. Les règlements mis en vigueur dans les années 1980 ont entraîné une réduction des émissions de certains gaz, comme l'anhydride sulfureux et les oxydes nitreux. La chimie de l'eau de certains lacs canadiens s'est par conséquent améliorée, et un rétablissement biologique s'est amorcé.

Le problème n'est toutefois pas résolu pour autant. Les spécialistes prévoient que les réductions des émissions actuelles et prévues ne suffiront pas à achever ou à soutenir ce rétablissement biologique. Qui plus est, les scientifiques ne comprennent pas entièrement les processus liés au renversement de l'acidification. Ces processus sont affectés par nombre d'autres facteurs de perturbation environnementale, comme les sécheresses, l'accroissement du rayonnement ultraviolet et d'autres changements climatiques.

L'INRE et les pluies acides

L'INRE est l'un des membres fondateurs de l'étude du bassin hydrographique des lacs Turkey lancée en 1980 en tant que programme de recherche et de surveillance à l'échelle de l'écosystème. Cette étude avait pour but d'améliorer notre compréhension des effets des dépôts acides sur le milieu terrestre et aquatique. Sur ce site de surveillance écologique à long terme, les chercheurs de l'INRE et leurs partenaires continuent à évaluer les réactions hydrogéochimiques du bassin hydrographique aux polluants atmosphériques et à d'autres facteurs de perturbation, comme le changement climatique.

En 1997, l'INRE s'est joint à l'industrie, au gouvernement de l'Ontario et à l'Université Laurentienne, dans le cadre d'une initiative de recherche, pour

collaborer à la revalorisation d'écosystèmes aquatiques affectés par la pollution acide, en particulier ceux de la région de Sudbury et de Killarney. Coordonnée par l'unité conjointe d'écologie de l'eau douce de l'Université Laurentienne, cette initiative donne des résultats prometteurs qui nous font espérer qu'un renversement de l'acidification semblable pourra se produire ailleurs au Canada et dans le monde.

Au cours des 20 dernières années, les scientifiques d'INRE ont évalué les données recueillies dans le cadre du programme de surveillance des pluies acides dans l'est du Canada. Leur objectif était de préciser l'ampleur et la vitesse du changement touchant l'acidification des eaux de surface. Ces travaux ont contribué à la définition des facteurs biogéochimiques qui régissent les réactions des écosystèmes aquatiques aux polluants acidifiants.

Les résultats des recherches de l'INRE ont joué un rôle de premier plan dans la préparation des principaux rapports nationaux d'évaluation des effets aquatiques des pluies acides de 1985, de 1990, de 1997 et de 2004. Leur contribution aux programmes et aux stratégies des gouvernements a été importante.

Incidence des recherches de l'INRE sur le processus décisionnel

L'information scientifique produite par les recherches de l'INRE joue un rôle essentiel dans l'élaboration des programmes nationaux et des accords internationaux de réduction des émissions de polluants acidifiants. Sans ces données, le rejet de polluants atmosphériques serait demeuré inchangé, au détriment de l'environnement du Canada et de la santé des Canadiens. Ainsi, les recherches de l'INRE ont contribué :

- **à la signature, par le Canada, de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance (TGDPA) de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU) en 1979;**
- **à la création du programme national de lutte contre les pluies acides de 1985 qui prévoyait une réduction des émissions de SO_2 de 40 % par rapport aux niveaux de 1980 d'ici 1994 dans les sept provinces du pays situées les plus à l'est;**
- **à l'adhésion du Canada au protocole relatif aux émissions de soufre de la CEE-ONU en 1985, au protocole relatif aux NO_x de la CEE-ONU en 1988 et en 1994 et, plus particulièrement, à l'Accord Canada-États-Unis sur la qualité de l'air (AQA) en 1991, qui établissait des plafonds nationaux et des plafonds pour l'est du pays sur les émissions et exigeait aussi une réduction d'environ 40 % des émissions de SO_2 aux États-Unis;**
- **à la signature, en 1998, par les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux de la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000, dont le but à long terme est de réduire les émissions de polluants acidifiants pour respecter les charges critiques.**

Les recherches en cours de l'INRE démontrent bien la nécessité d'une réglementation plus rigoureuse. D'après les résultats des études de surveillance à long terme et d'autres évaluations régionales, les chercheurs prévoient que, sans un resserrement de la réglementation, le sud et le centre de l'Ontario ainsi que le sud et le centre du Québec, le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse

continueront à recevoir des dépôts annuels moyens de sulfates excédant leurs charges critiques, et qu'environ 95 000 lacs demeureront affectés par les pluies acides.

Sans d'autres mesures de réglementation, c'est une superficie totalisant entre 500 000 et 1 800 000 km^2 du sud-est du Canada qui recevra des quantités néfastes de pluies acides.

Comme les émissions acidifiantes risquent de s'accroître, l'effort de recherche englobe maintenant l'Ouest canadien, face aux inquiétudes entourant certains cours d'eau du sud de la Colombie-Britannique et du nord de l'Alberta et de la Saskatchewan.

Avantages pour les Canadiens

La mise en place d'autres mesures réglementaires serait très bénéfique, non seulement pour la santé des ressources aquatiques canadiennes, mais aussi pour la santé des Canadiens. L'anhydride sulfureux peut réagir avec la vapeur d'eau et d'autres produits chimiques présents dans l'air pour former des particules de sulfates très fines, l'un des composants clés du smog urbain, qui sont maintenant reconnues comme un risque important pour la santé. La réduction des émissions réduit les risques pour la santé!

Une réduction de 50 % des émissions d'anhydride sulfureux au-dessus des seuils prévus dans les engagements actuels pris dans le cadre du Programme de lutte contre les pluies acides dans l'est du Canada et du programme de lutte contre les pluies acides des États-Unis, et ce, tant dans l'est du Canada qu'aux États-Unis, comporterait de nombreux avantages potentiels pour la santé des Canadiens. On estime, entre autres :

- **à 550 le nombre de décès prématurés qui pourraient être évités chaque année;**
- **à 1520 le nombre de visites aux services d'urgence qui seraient éliminées chaque année;**
- **à 210 070 le nombre de jours de symptômes d'asthme qui pourraient être évités chaque année.**

Selon les économistes, la société estime que la valeur des effets positifs sur la santé se situe entre un peu moins de 500 millions de dollars par année et un peu plus de 5 milliards de dollars par année.

Les éléments nutritifs et l'environnement canadien

Chaque année, plus de 304 000 tonnes d'azote et de 12 000 tonnes de phosphore entrent dans les eaux souterraines et les eaux de surface au Canada et, de plus, 1,4 million de tonnes d'azote sont rejetées dans l'atmosphère, tout cela en raison de l'activité humaine.

Les éléments nutritifs sont des substances que l'on rencontre naturellement dans l'environnement et qui sont essentielles à la croissance et à la survie des plantes, des humains et des autres formes de vie; l'azote et le phosphore en sont des exemples.

Toutefois, les éléments nutritifs introduits dans l'environnement par l'activité humaine ont augmenté l'abondance des formes biologiquement réactives de ces éléments – au détriment de l'environnement.

Le ruissellement provenant des terres agricoles et des zones urbaines et les eaux usées municipales transportent des éléments nutritifs vers les cours d'eau et les lacs et, souvent, stimulent la croissance des végétaux de façon excessive. Cet enrichissement en éléments nutritifs affecte les poissons et la faune, risque d'intoxiquer les végétaux et les animaux et pose un risque pour la santé humaine.

Les éléments nutritifs stimulent la croissance des algues, y compris les algues toxiques. L'eau potable, si elle contient des toxines provenant d'espèces d'algues toxiques, peut affecter la santé des animaux terrestres, y compris de l'homme. Les algues peuvent également affecter le goût et l'odeur de l'eau potable tirée des lacs et des réservoirs.

L'ammoniac et les nitrates, deux formes d'azote, peuvent également contaminer les eaux de surface et les eaux souterraines. À des concentrations élevées, les deux sont toxiques pour les animaux aquatiques et terrestres. Les nitrates seraient un facteur qui aurait contribué au déclin des populations d'amphibiens, tandis que les rejets d'ammoniac seraient responsables de cas de mortalité massive chez les poissons.

En 1994, le Comité permanent de l'environnement et du développement durable du Parlement a procédé à la révision de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE). Il a constaté que seule une classe d'éléments nutritifs était réglementée présentement (le phosphore dans les détergents à lessive) alors que d'autres classes et sources d'éléments nutritifs pouvaient porter préjudice à l'environnement.

L'INRE, les éléments nutritifs et l'environnement

Le gouvernement du Canada a réagi à ces constats en entreprenant une étude pan-canadienne sur les éléments nutritifs provenant de l'activité humaine pour déterminer de quelle façon les éléments nutritifs peuvent nuire aux écosystèmes canadiens et affecter la qualité de vie et la santé des Canadiens.

L'INRE, qui relève d'Environnement Canada, a dirigé quatre autres ministères fédéraux dans ce travail, qui s'est soldé par la production d'un rapport national d'évaluation scientifique en 2001. Le document, intitulé *Les éléments nutritifs et leurs effets sur l'environnement au Canada*, conclut qu'effectivement les éléments nutritifs posent un problème dans certains écosystèmes et affectent la qualité de vie de nombre de Canadiens.

Parmi ces effets, mentionnons la perte d'habitats, la mortalité massive de poissons, le déclin des populations d'amphibiens, les changements dans la biodiversité, une contribution à l'acidification des sols et des lacs, la perte de potentiel récréatif et une augmentation pan-canadienne des occurrences de concentrations de nitrates dans les eaux souterraines supérieures à celles indiquées dans les recommandations sur l'eau potable.

Incidence des recherches de l'INRE sur le processus décisionnel

La question des éléments nutritifs dans l'environnement a suscité un intérêt considérable. Jusqu'à maintenant, plus de 2 000 exemplaires de l'évaluation scientifique ont été distribués. Bien qu'il soit difficile de quantifier les effets du rapport sur la réglementation et les politiques provinciales et locales, les constats qu'il a présentés ont déclenché au niveau fédéral plusieurs initiatives axées sur le problème des éléments nutritifs dans l'environnement, par exemple :

- le phosphore total a été ajouté à l'Inventaire national des rejets de polluants - le seul inventaire de nature réglementaire de ce genre appliqué à l'échelle du pays et accessible au public canadien;
- l'ammoniac dissous dans l'eau a été ajouté à la Liste des substances toxiques de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*, ce qui nous aidera à régir son utilisation;
- les rejets d'éléments nutritifs représentent une préoccupation importante dans l'élaboration d'un cadre national pour améliorer la gestion des eaux usées municipales au Canada;
- les éléments nutritifs sont inclus dans le nouveau Cadre stratégique pour l'agriculture du Canada - qui est conçu pour faire du Canada le chef de file mondial en matière d'aliments salubres et innovateurs, produits dans le respect de l'environnement.

Avantages pour les Canadiens

Les recherches sur les éléments nutritifs menées par l'INRE, de même qu'une surveillance plus étroite des quantités d'éléments nutritifs dans l'environnement et la prise subséquente de mesures pour assurer une meilleure gestion de ces éléments nutritifs, auront des effets bénéfiques pour la santé et l'économie, notamment :

- la réduction des concentrations d'oxydes d'azote, qui contribuent au smog;
- la diminution du risque pour la santé des humains et du bétail posé par les proliférations d'algues toxiques;
- la promotion de pratiques agricoles durables;
- la protection de la biodiversité aquatique et de la santé des écosystèmes aquatiques;
- l'amélioration des plans d'eau destinés aux loisirs et de leur potentiel économique par une réduction de la croissance des végétaux peu esthétiques.

Pesticides – Le tributylétain (TBT)

Au cours de la saison de navigation 2003, plus de 3 800 passages de navires ont été enregistrés dans la Voie maritime du Saint-Laurent et le réseau des Grands Lacs.

Le tributylétain (TBT) est un pesticide appliqué sur la coque des navires et des petits bateaux pour empêcher l'accumulation des balanes et d'autres organismes qui salissent les surfaces submergées. Le TBT appartient à une catégorie de composés appelés les organo-étains et a été introduit dans les années 1960. Comparativement aux revêtements anti-salissures à base de cuivre utilisés alors, le TBT était plus efficace contre les salissures et affichait une plus grande durabilité. Les navires protégés avec un revêtement à base de TBT devaient être peints tous les quatre à cinq ans, et non tous les deux ans comme dans le cas des navires ayant un revêtement à base de cuivre.

Le TBT a commencé à susciter des préoccupations dans les années 1970 et les années 1980. Il a été montré à cette époque que cette substance était extrêmement toxique pour des organismes aquatiques autres que ceux ciblés. Les scientifiques ont conclu que le TBT était responsable des déclins dans les populations d'huîtres en France et qu'il avait des effets négatifs sur certains gastéropodes marins. L'un des effets notables du TBT est l'effet imposex, à savoir l'apparition de caractéristiques sexuelles mâles chez les femelles. Cet effet a été constaté à des concentrations aussi faibles qu'une partie par trillion, ou en deçà.

L'INRE et le tributylétain

Les recherches de l'INRE ont été les premières au monde à démontrer l'occurrence et la diffusion du TBT dans l'environnement. Les chercheurs ont cartographié la contamination par le TBT dans l'eau, les sédiments et le biote aquatique à l'échelle du Canada; ils ont déterminé sa persistance, son devenir et sa dynamique dans l'environnement; et ils ont aussi évalué le risque qu'il posait pour les organismes aquatiques.

Les chercheurs ont conclu que le TBT était présent dans l'environnement canadien à des concentrations qui posaient des risques pour les organismes vivant dans l'eau douce et en mer. Le problème était particulièrement aigu dans les ports, les marinas et les chenaux de navigation et à proximité de ceux-ci.

Incidence des recherches de l'INRE sur le processus décisionnel

Les résultats des recherches de l'INRE ont été communiqués à l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, à l'Environmental Protection Agency des États-Unis et, sur la scène internationale, à l'Organotin Environmental Programme Association (ORTEPA).

Les recherches de l'INRE sur le TBT ont mené en 1989 à l'élaboration du premier règlement sur l'utilisation de cette substance dans les revêtements anti-salissures au Canada. Elles ont également eu une incidence sur la réglementation de l'EPA à cette époque.

Quand les recherches subséquentes de l'INRE ont indiqué que le règlement de 1989 n'était que partiellement efficace pour réduire les concentrations de TBT, un autre règlement interdisant toute utilisation du TBT dans les revêtements anti-salissures a été présenté en 2003 par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire.

Les recherches de l'INRE ont également mené à l'élaboration en 2003 de la proposition de l'Organisation maritime internationale (OMI) d'interdire l'application de revêtements anti-salissures à base d'organo-étains et d'interdire leur présence sur les navires d'ici 2008.

Avantages pour les Canadiens

Les recherches qui ont mené à l'élaboration de mesures réglementaires pour éliminer le tributylétain comme agent anti-salissures présentent des avantages en matière d'économie, d'environnement et de santé humaine.

- **L'accumulation et la bioconcentration dans la chaîne alimentaire ont été démontrées chez des crabes, des huîtres et des saumons exposés à l'oxyde de tributylétain. Les agents anti-salissures à base de TBT peuvent être extrêmement toxiques pour les organismes aquatiques. Leur élimination contribuera de façon considérable à protéger les ressources hydriques canadiennes et mondiales contre les effets nuisibles de cette substance et à sauvegarder les pêches, tant au pays qu'à l'étranger – on favorisera des solutions de rechange plus acceptables et plus durables.**
- **Selon l'Organisation maritime internationale, la marine marchande assurerait 90 % du transport de marchandises à l'échelle mondiale, avec environ 50 000 navires enregistrés dans plus de 150 pays. Les politiques favorisant une interdiction totale du TBT poussent les chercheurs à élaborer des agents anti-salissures innovateurs moins dommageables pour l'environnement aquatique et, par conséquent, plus favorables à une industrie maritime durable.**

Polluants organiques persistants – La Convention de Stockholm

Les POP sont transmis de la mère à l'enfant principalement par le lait. Les concentrations de BPC dans le sang de certaines Inuites sont plus élevées que celles prévues dans les recommandations de Santé Canada, et on a observé des concentrations de certains POP dans le lait maternel jusqu'à neuf fois plus élevées que chez des femmes habitant le sud du Canada.

Les polluants organiques persistants persistent! Voilà l'essentiel du problème. Des années après avoir été interdits, ils peuvent encore être présents dans l'environnement – intacts.

Les BPC, le DDT, le toxaphène et les dioxines en sont des exemples. Ils ne se décomposent pas facilement et s'accumulent dans les tissus adipeux des poissons et des animaux. Ils se bioamplifient également, de sorte que leur concentration augmente à chaque niveau de la chaîne trophique.

La plupart des polluants organiques persistants (POP) présents dans l'environnement canadien sont un héritage d'utilisations antérieures au Canada et dans le nord des États-Unis.

En outre, ils continuent à être transportés dans l'atmosphère depuis des sources éloignées situées dans le sud des États-Unis, au Mexique, en Amérique centrale, en Europe de l'Est et en Asie.

C'est surtout chez les prédateurs de niveau trophique supérieur vivant dans le nord du Canada que les POP sont présents à des concentrations élevées, bien que de fortes concentrations aient aussi été observées chez des poissons et d'autres espèces sauvages du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent.

De par leur situation géographique et leurs activités socio-économiques, les peuples autochtones du Nord sont particulièrement vulnérables du fait qu'ils consomment des aliments traditionnels contaminés par ces polluants.

L'INRE et les polluants organiques persistants

Dans l'Arctique canadien et circumpolaire, les scientifiques de l'INRE continuent leurs recherches à long terme sur l'ampleur de la présence des polluants organiques persistants dans l'environnement et sur leurs effets biologiques; ainsi :

- ils étudient actuellement les concentrations de POP chez les ombles confinés en eau douce des lacs Resolute et Char, dans l'archipel central canadien, et prélèvent des échantillons chaque année pour suivre les changements avec le temps;
- ils utilisent des carottes de sédiments prélevées dans des lacs, le long d'un transect nord-sud dans l'Arctique canadien, afin d'en apprendre davantage sur les sources, le transport à distance et les effets des polluants organiques nouveaux et anciens;
- ils ont élaboré un modèle et l'ont appliqué aux lacs Amituk et Char pour en apprendre davantage sur le comportement des contaminants dans les lacs de l'Extrême-Arctique. D'après leurs résultats, certains lacs arctiques servent de conduits, et non de puits, pour les composés chimiques, la majeure partie de la charge de contaminants annuelle issue de la fonte des neiges étant entraînée hors des lacs par l'eau de ruissellement;
- ils rendent régulièrement visite à de petites communautés du Nord et communiquent les résultats de leurs recherches sur la présence des POP dans les poissons et les mammifères marins aux habitants de ces communautés;
- en travaillant avec d'autres spécialistes dans le cadre du Programme international de surveillance et d'évaluation de l'Arctique, les chercheurs de l'INRE ont contribué de manière significative à l'évaluation scientifique des POP dans l'Arctique circumpolaire. Le rapport d'évaluation rassemblait toutes les données disponibles sur les polluants organiques présents dans l'air, l'eau de mer, les sédiments et le biote terrestre, dulcicole et marin de l'Arctique et donnait aux gouvernements des huit pays arctiques une image plus claire de l'état de l'environnement arctique;
- ils ont également dirigé la production d'un rapport d'évaluation des POP et du mercure chez les poissons et les autres espèces sauvages de l'Arctique canadien.

Incidence des recherches de l'INRE sur le processus décisionnel

Les recherches de l'INRE ont contribué à la reconnaissance rapide, au pays comme à l'étranger, de la nécessité d'une action mondiale contre les POP. Le Canada est devenu, en 2001, le premier pays à signer et à ratifier la Convention des Nations Unies sur les POP – généralement désignée sous le nom de Convention de Stockholm (qui est entrée en vigueur 17 mai 2004).

Cet accord mondial réduira ou éliminera les émissions de douze substances toxiques connues sous le nom des « douze salopards », groupe qui inclut les BPC, le DDT, les dioxines et les furannes.

Le Canada a été le premier pays à engager des fonds pour aider les pays en développement et ceux dont l'économie est en transition à se doter de moyens pour gérer les POP. Le gouvernement canadien a fourni 20 millions de dollars au Fonds canadien sur les POP en mars 2000.

Le Canada est également signataire du Protocole sur les POP de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe qui prévoit l'élimination progressive de 16 produits chimiques (les 12 de la Convention de Stockholm plus quatre autres) dans des pays de l'Europe de l'Ouest, Russie comprise, ainsi qu'au Canada et aux États-Unis.

Fait intéressant, la majeure partie de l'expertise acquise par l'INRE dans la recherche sur le transport des POP a débuté, dans les années 1970, par la détermination de l'ampleur de la contamination dans les Grands Lacs. Ces recherches ont contribué de façon significative à la politique de gestion des substances toxiques du Canada, qui a précédé la Convention de Stockholm d'environ dix ans. Ces recherches ont également servi de fondement pour l'élaboration de l'annexe 15 (sur les substances toxiques aéroportées) de l'Accord sur qualité de l'eau dans les Grands Lacs, qui prévoit la prise de mesures de lutte contre la pollution afin de réduire les dépôts atmosphériques de substances toxiques.

Avantages pour les Canadiens

Avec son vaste territoire nordique, le Canada est particulièrement vulnérable aux menaces que posent les polluants organiques persistants pour la santé humaine et la sécurité de l'environnement. La durabilité et la prospérité de l'économie nordique passent par un environnement sûr et durable.

Les recherches de l'INRE ont profité directement aux Canadiens en jouant un rôle essentiel dans l'élaboration de la Convention de Stockholm, une première étape pour protéger la santé humaine et l'environnement en réduisant de façon marquée ou en éliminant les émissions de certains des produits chimiques les plus dangereux du monde. Cet accord international est devenu un outil puissant qui aide tous les pays à soutenir leurs efforts pour gérer les POP, et qui se veut un stimulant pour une action mondiale face à un problème véritablement mondial.

Les recherches de l'INRE continuent à profiter aux Canadiens en produisant de l'information scientifique essentielle sur de nouveaux POP et les risques qu'ils présentent pour l'environnement, une information qui appuiera d'autres initiatives et accords internationaux, nationaux et régionaux visant à protéger l'environnement canadien et mondial contre les dangers que posent les produits chimiques toxiques.

Égouttement des routes –

Sécurité du public, compétitivité et amélioration de la durabilité environnementale

Quand les principes de l'hydraulique ne sont pas bien compris, les systèmes d'égouttement routiers peuvent être surdimensionnés, c'est-à-dire plus grands que ce qui est nécessaire pour assurer un égouttement efficace et économique. De tels systèmes coûtent cher, tant pour leur construction et que pour leur entretien, et peuvent se révéler nuisibles pour l'environnement.

L'égouttement des routes est essentiel à la sécurité routière. Les conducteurs canadiens et l'industrie canadienne des transports se fient à la capacité des systèmes d'égouttement des routes, qui doivent permettre d'éviter :

- **l'accumulation excessive d'eau à la surface de la chaussée, qui peut envahir les voies et mettre en danger la sécurité des usagers;**
- **la formation de glace par temps froid;**
- **l'érosion des fossés;**
- **le soulèvement de la chaussée par le gel;**
- **le risque de dommages ou de défaillances touchant la structure des tabliers de pont;**
- **l'endommagement de l'environnement aquatique par les contaminants s'écoulant de la chaussée;**
- **des coûts d'entretien élevés.**

La conception d'un bon système d'égouttement routier repose sur une bonne compréhension des paramètres hydrauliques du réseau dans son ensemble, y compris le rôle joué par les surfaces asphaltées, les caniveaux, l'égouttement des terre-pleins centraux et les divers types d'avaloirs.

Des composants surdimensionnés accélèrent le ruissellement, provoquent le lessivage des contaminants présents sur la surface et favorisent les débits importants et rapides dans les fossés sujets à l'érosion.

L'INRE et l'égouttement des routes

Au début des années 1980, l'INRE s'est joint à l'Ontario dans le cadre d'une entente de recouvrement des coûts. L'objectif était d'élaborer une nouvelle méthode pour concevoir des systèmes d'égouttement pour les routes et les tabliers de pont en Ontario.

L'INRE a pu entreprendre ce travail colossal grâce au mélange unique d'expertise scientifique et technique qu'il possède en hydraulique et en égouttement ainsi qu'à une installation expérimentale spécialisée dans laquelle une section de route a été construite, puis soumise à divers débits dans un environnement de laboratoire.

Les chercheurs ont testé une gamme complète de paramètres d'égouttement, y compris les pentes de route, l'emplacement des avaloirs, les agencements de grille d'avaloir (barres parallèles à la bordure, barres diagonales, grilles rondes, etc.), l'utilisation d'avaloirs encastrés ou non et les conditions de blocage – selon les normes provinciales et municipales en vigueur.

Les résultats de ces travaux ont permis d'élaborer une nouvelle méthode de conception pour l'égouttement des tabliers de pont et des routes, méthode qui est exposée dans un rapport du ministère des Transports.

Les nouvelles connaissances scientifiques tirées des recherches de l'INRE ont permis l'élaboration de concepts innovateurs qui ont réduit les coûts d'égouttement des routes, notamment :

- élimination des égouts pluviaux de chaque côté du sommet des routes (où l'eau est acheminée dans des caniveaux de surface);
- augmentation de l'espacement entre les avaloirs et les trous d'homme dans une pente;
- reconnaissance du fait que la capacité d'admission des grilles est en grande partie fonction de l'écoulement dans le caniveau et qu'aucun avantage réel ne peut être obtenu avec un nouveau concept de grille;
- élaboration d'une conception plus sûre pour les avaloirs jumeaux. On pensait auparavant que la capacité des avaloirs jumeaux pourrait être jusqu'à trois fois plus grande que celle des avaloirs simples. Dans des essais menés par l'INRE, la capacité des avaloirs jumeaux n'a jamais excédé celle des avaloirs simples de plus de 70 %.

Incidence des recherches de l'INRE sur le processus décisionnel

C'est sur l'information originale en hydraulique produite par l'INRE que repose la conception des routes provinciales depuis le début des années 1980, et c'est l'information de base que présentent tous les manuels sur l'égouttement produits par le ministère des Transports de l'Ontario (MTO) depuis ce temps.

L'INRE est membre de l'équipe de projet qui travaille présentement à la dernière mise à jour du manuel, qui met l'accent sur la protection de l'environnement. L'utilisation du manuel est obligatoire dans tous les projets entrepris au sein du ministère et dans les projets municipaux comportant un financement du MTO.

S'appuyant sur le projet original, les chercheurs de l'INRE se sont intéressés à la qualité des eaux de ruissellement des routes et des zones urbaines, aux effets sur les eaux réceptrices et aux méthodes et technologies permettant d'atténuer de tels effets. Environnement Canada est reconnu en tant que chef de file dans ce domaine à l'échelle tant nationale qu'internationale.

Avantages pour les Canadiens

Le ministère des Transports de l'Ontario a comparé les coûts d'égouttement des routes en utilisant la nouvelle méthode de l'INRE à ce qu'il en coûtait avec les anciennes méthodes, et a constaté que la nouvelle méthode permettait des économies d'environ 30 000 $ par kilomètre pour une route à quatre voies.

Au cours d'une année d'essais, au début des années 1980, les économies générées par la nouvelle méthode pour l'ensemble des projets du MTO se sont élevées à plus de 2 millions de dollars.

Au cours des 20 dernières années, les routes provinciales ont été plus sûres, ont eu un effet réduit sur les écosystèmes aquatiques avoisinants et ont coûté moins cher aux contribuables – en grande partie grâce aux recherches de l'INRE qui ont amélioré les concepts d'égouttement.

Goût et odeur de l'eau potable

Il importe de porter attention aux épisodes d'odeurs, car ils peuvent fournir des indices importants au sujet de la salubrité et de la sécurité des réserves d'eau. À court terme, ils peuvent indiquer un défaut de fonctionnement du système de traitement ou la présence de dangers chimiques ou biologiques dans l'eau brute. À long terme, ils peuvent annoncer servir d'alerte au déclin des ressources d'eau douce, soumises à des contraintes toujours plus grandes du fait de l'activité humaine.

Nous évitons de boire de l'eau qui présente un goût et une odeur désagréables, que nous associons instinctivement avec la maladie et la décomposition, et nous nous questionnons sur la salubrité d'une eau potable municipale qui a mauvais goût au robinet.

Le goût et l'odeur de l'eau potable peuvent augmenter le recours à des solutions de rechange telles que l'eau embouteillée ou transportée par camion, qui en fait peut être moins bien réglementée et stockée. Paradoxalement, la consommation d'eau embouteillée est la plus forte – et en hausse – dans des pays tels que le Canada, où nous avons pourtant collectivement l'accès le plus facile à de l'eau traitée.

Le plus souvent, le goût et l'odeur de l'eau potable sont attribuables à des composés organiques puissants produits par des organismes vivant dans la source d'eau. Les quelques études toxicologiques menées sur ces composés indiquent qu'aux concentrations observées dans les réseaux d'approvisionnement en eau, ils ne présentent pas de risque pour la santé humaine, bien que l'on sache peu de choses au sujet des effets à long terme de la consommation d'une eau ainsi affectée de façon répétitive.

Nous avons une compréhension très limitée des conditions environnementales qui déclenchent les épisodes de goût et d'odeur, et il est ainsi difficile de prévoir quand et où ils se produiront. De nombreux composés responsables du goût et de l'odeur de l'eau peuvent être détectés lors de la consommation à l'état de trace (parties par milliard ou même par trillion), et il faut avoir recours à des techniques analytiques complexes pour les déceler et les surveiller. Les mesures permettant de les retirer de l'eau potable aux installations de traitement municipales sont habituellement coûteuses. Bien que certaines municipalités aient mis en œuvre de telles mesures, nombre d'entre elles ne peuvent se les offrir ou sont peu disposées à engager de grandes dépenses pour traiter un problème aussi imprévisible.

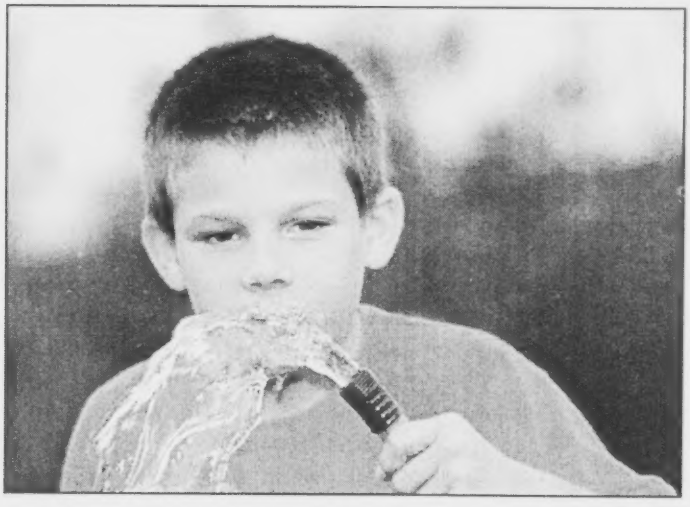
L'INRE et le goût et l'odeur de l'eau potable

Le goût et l'odeur de l'eau potable soulèvent des préoccupations à l'échelle nationale. Ce problème fort complexe, sujet d'un grand intérêt pour les scientifiques de l'INRE, peut être causé par un ou plusieurs composés produits par une multitude d'organismes et peut être déclenché et modifié par différentes conditions.

Le goût et l'odeur affectent depuis longtemps les sources d'approvisionnement en eau au pays. Dans certains bassins fortement peuplés, les plaintes des consommateurs sont à la hausse. Le bassin ouest du lac Ontario, par exemple, fournit de l'eau potable à plus de 5 millions de consommateurs. À la fin des étés 1994, 1998 et 1999, la région entière a connu des épisodes importants de détérioration de la qualité de l'eau potable (senteur de terre et de moisi). Depuis, ces épisodes de fin d'été se sont reproduits de façon sporadique.

Dans le même ordre d'idées, l'eau provenant de la baie de Quinte et du fleuve Saint-Laurent présente chaque année, pendant une longue période, un goût de vase, tout comme celle de nombreux plans d'eau des Prairies. Ces eaux, qui diffèrent énormément quant à leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques, sont pourtant toutes altérées par un ou deux des composés responsables des odeurs, soit la géosmine et le 2-méthylisobornéol (MIB).

Pour mieux comprendre les mécanismes qui déclenchent de telles manifestations, les chercheurs de l'INRE étudient la production et la dynamique environnementale de ces deux composés très puissants. La géosmine et le MIB sont produits dans les eaux de surface par des bactéries – les cyanobactéries (également connues sous le nom d'algues bleues) – et, dans certains cas, par des actinomycètes du genre *Streptomyces*. La géosmine, qui a une odeur terreuse, est souvent produite par des cyanobactéries planctoniques (en suspension dans l'eau). Le MIB, qui a une odeur de moisi, est plus souvent produit dans les biofilms se développant sur des roches, des végétaux aquatiques et des sédiments. Les deux composés sont également produits par de nombreuses bactéries et de nombreux champignons présents dans le sol (et sont en fait responsables de l'odeur caractéristique de terre). L'odeur de terre dans l'eau potable peut aussi être causée par un ruissellement important sur le sol pendant les orages ou la fonte printanière.



En 1999, l'INRE s'est joint à sept grandes municipalités, au gouvernement de l'Ontario (Agence ontarienne des eaux et ministère de l'Environnement) et à deux partenaires universitaires pour créer l'Ontario Water Works Research Consortium. Ce groupe de collaboration, une première au Canada, a été tout d'abord constitué pour étudier les manifestations de goût et d'odeur des eaux du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. Au cours des cinq dernières années, il a accompli des progrès substantiels dans la compréhension et la prévision de ces manifestations. En 2000, les scientifiques ont élargi leur programme de recherche pour étudier le rôle joué

par les mouvements d'eau à grande échelle et les apports d'éléments nutritifs du rivage dans ces manifestations récurrentes.

L'INRE évalue les concentrations de toxines et les risques liés aux proliférations d'algues bleues dans divers secteurs des Grands Lacs, comme le port de Hamilton, la baie de Quinte, les lacs Ontario et Érié et, plus vers l'ouest, les eaux des prairies et des zones rurales. Les scientifiques étudient les liens possibles entre la prolifération de ces algues et les manifestations de goût et d'odeur.

Incidence des recherches de l'INRE sur le processus décisionnel

Une grande partie de l'effort de recherche consiste à améliorer la prévisibilité des problèmes majeurs de goût et d'odeur pour une année donnée. On aide ainsi les administrations municipales et régionales à élaborer des options de gestion et à concevoir des mesures et des programmes qui leur permettront de limiter les problèmes de goût et d'odeur. Cette capacité de prévision aidera les responsables des aqueducs à communiquer efficacement avec leurs clients pendant des manifestations graves.

Déjà, les chercheurs ont trouvé que les eaux du fond du lac Ontario étaient peu affectées par des problèmes d'odeur et de goût, et des municipalités prélèvent maintenant leur eau en profondeur ou envisagent de le faire à la lumière de l'information fournie par les chercheurs en 2004.

Cette recherche peut également servir à élaborer des stratégies de protection des sources d'eau, stratégies qui sont de plus en plus exigées par les gouvernements provinciaux et territoriaux et qui sont mises en œuvre par des organismes et les autorités locales des bassins hydrographiques.

Avantages pour les Canadiens

Les gouvernements locaux hésitent naturellement à implanter de coûteuses mesures d'atténuation du goût et de l'odeur dans les installations d'assainissement de l'eau, étant donné que l'on comprend mal les causes et les effets écologiques et environnementaux du problème. Néanmoins, certaines municipalités collaborent étroitement avec des chercheurs de l'INRE et l'Ontario Water Works Research Consortium à approfondir les connaissances sur les causes du problème afin que des mesures d'atténuation à la fois efficaces et rentables soient mises en place. Mais ce qui importe peut-être encore plus, c'est que ces connaissances sont essentielles pour mieux rassurer le public sur les sources d'eau potable et la salubrité de cette eau.

Produits pharmaceutiques dans l'environnement – une nouvelle menace?

Au Canada, 24 000 produits pharmaceutiques sont approuvés pour un usage humain et vétérinaire – certains de ces produits se retrouvent dans les eaux usées, dans les eaux de ruissellement des terres agricoles et dans l'eau potable.

Les produits pharmaceutiques (antibiotiques, anti-inflammatoires, analgésiques, anovulants, etc.) sont employés par des millions de personnes et jouent un rôle important dans la santé moderne. L'utilisation judicieuse des produits pharmaceutiques dans l'agriculture facilite la production et augmente la compétitivité. Cependant, des études menées récemment en Europe et aux États-Unis, et maintenant au Canada, nous ont révélé que ces substances bénéfiques pénétraient dans l'environnement - avec des conséquences jusqu'ici inconnues.

La technologie utilisée pour mesurer des quantités traces de produits pharmaceutiques dans l'eau - en parties par trillion, ce qui équivaut à un cent sur 10 milliards de dollars - n'est disponible que depuis peu. Les chercheurs ont trouvé des produits pharmaceutiques et des produits de soins personnels, comme des produits de beauté et des parfums, dans des eaux usées municipales, des déchets de l'agriculture et de l'aquaculture, et même dans l'eau potable.

La couverture médiatique récente de ce nouveau problème écologique a soulevé l'inquiétude du public, mais il n'existe encore aucune réponse précise quant aux risques pour la santé de l'environnement et des personnes. Il faut poursuivre les recherches sur une échelle nationale et internationale pour déterminer les conséquences à long terme sur la santé de l'écosystème et des personnes que peut avoir une exposition continue à de faibles concentrations de ces substances et de « mélanges » de ces substances.

L'INRE et les produits pharmaceutiques dans l'environnement

Les chercheurs de l'INRE travaillent avec des ministères, des universités et des collègues de partout dans le monde pour élaborer et valider des méthodes de mesure des concentrations de produits pharmaceutiques dans l'environnement et pour fournir l'information scientifique nécessaire à l'évaluation des risques qu'ils posent.

Dans le bassin des Grands Lacs, les scientifiques effectuent des prélèvements à grande échelle dans les installations de traitement des eaux usées et les eaux réceptrices pour déterminer si certains produits pharmaceutiques pour usage humain et vétérinaire et certains composés cosmétiques sont rejetés dans l'environnement aquatique à des concentrations qui peuvent menacer la vie aquatique.

Dans les Prairies, l'INRE étudie la persistance de deux antibiotiques – la spectinomycine et la lincomycine – dans le lisier de porc et dans les sols où on a injecté du lisier de porc comme engrais. Les chercheurs évaluent la possibilité que ces antibiotiques soient transportés dans les eaux de ruissellement des terres agricoles jusqu'aux eaux souterraines.

Une étude de l'Université Trent et de l'INRE sur les produits pharmaceutiques présents dans les effluents des installations de traitement des eaux usées de 14 villes canadiennes a été publiée en 2003. L'INRE et Santé Canada ont échantillonné 20 installations d'eau potable du sud de l'Ontario (s'approvisionnant dans des lacs, des cours d'eau et des nappes souterraines) pour relever la présence de neuf produits pharmaceutiques acides.

Les résultats de ces études confirment que certaines substances chimiques présentes dans les produits pharmaceutiques et les produits de soins personnels aboutissent dans les effluents d'eaux usées et dans les sources d'approvisionnement en eau, mais on ignore toujours si les concentrations mesurées posent un risque quelconque pour l'homme ou l'écosystème.

Incidence des recherches de l'INRE sur le processus décisionnel

Les produits pharmaceutiques et les produits de soins personnels qui aboutissent dans nos réserves d'eau constituent un problème écologique nouveau; par conséquent, on en est encore aux premières étapes d'un processus décisionnel qui pourrait mener à la prise de mesures de protection dans ce domaine.

L'information scientifique produite par les recherches de l'INRE au sujet des effets de ces substances sur les écosystèmes aquatiques servira dans ce processus et trouve déjà son utilité comme fondement aux décisions en matière de réglementation et de gestion de ces substances.

L'un des buts visés est d'incorporer des considérations et des mesures de protection environnementales au processus d'approbation des produits pharmaceutiques afin que la société puisse profiter des avantages offerts par ces produits sans compromettre la santé de l'environnement. Un autre but visé est d'améliorer la capacité de nos systèmes de traitement des eaux usées municipales à éliminer ces substances.

Avantages pour les Canadiens

Bien que les recherches menées pour trouver des solutions à ce problème en soient toujours à leurs débuts, elles se traduiront en bout de ligne par des avantages économiques et environnementaux, notamment :

- l'amélioration de la confiance du public au sujet de la qualité de l'eau potable, lorsque les concentrations présentes dans les réserves d'eau canadiennes seront précisées et que des mesures efficaces seront mises en place afin de les réduire au besoin;
- la protection contre les effets néfastes sur les écosystèmes aquatiques et la vie aquatique au Canada, une fois que les recherches nous auront permis de déterminer quelles substances ou quels mélanges de substances causent un effet donné et que des mesures de gestion de l'environnement viseront les contrevenants;
- l'accès continu du public aux produits pharmaceutiques actuels et nouveaux, une nécessité en santé moderne, par le biais d'un processus d'approbation auquel sont intégrées des mesures de protection de l'environnement;
- l'élaboration de nouvelles technologies pouvant être commercialisées sur le marché du traitement des eaux usées et conçues pour éliminer les produits pharmaceutiques et les produits de soins personnels ou en réduire les concentrations;
- le développement d'industries pharmaceutiques, cosmétiques et agroalimentaires respectueuses de l'environnement qui profiteront aux consommateurs, sans mettre en danger les ressources en eau du Canada, à mesure que les résultats des recherches seront communiqués et appliqués à l'élaboration de solutions.

Moules zébrées, éléments nutritifs et la "zone morte"

– La question des Grands Lacs

Chaque moule zébrée parvenue à maturité peut filtrer un litre d'eau par jour. Il y a maintenant assez de moules zébrées dans le lac Érié pour filtrer le volume entier du lac une fois par semaine.

Le U.S. Fish and Wildlife Service estime à 5 milliards de dollars – répartis sur les dix prochaines années – l'effet économique que pourra avoir l'invasion de la moule zébrée sur les utilisateurs d'eau canadiens et américains dans la seule région des Grands Lacs.

Durant les années 1960, le lac Érié a été déclaré mort par les mass-médias. Une prolifération excessive d'algues avait alors conduit à des accumulations indésirables sur les rivages, donné à l'eau un aspect peu esthétique et entraîné un épuisement de l'oxygène dissous, ce qui cause de la mort de poissons et d'autres organismes aquatiques.

Plus de 10 milliards de dollars ont été investis dans les Grands Lacs au cours des 35 dernières années, surtout pour la modernisation des installations de traitement des eaux usées en vue de réduire les charges de phosphore responsables de la production excessive d'algues. L'objectif de l'Accord canado-américain sur la qualité de l'eau des Grands Lacs, soit une réduction de 50 % de la charge de phosphore, a été atteint au milieu des années 1980. Les concentrations de phosphore ont chuté de moitié dans le bassin ouest du lac, la zone la plus touchée, et les conditions présentes dans l'ensemble du lac ont cessé de s'aggraver. En dépit des autres effets positifs observés, l'épuisement de l'oxygène dissous pose toujours problème, comme l'avaient d'ailleurs prévu les rapports publiés par l'INRE en 1980.

Or, la situation s'est corsée depuis. Au cours des trois dernières années, les médias ont laissé entendre que les moules zébrées seraient responsables de la réapparition de la " zone morte " – découlant d'un épuisement de l'oxygène au fond du lac Érié.

Depuis leur introduction non intentionnelle dans l'écosystème des Grands Lacs en 1986, les populations de moules zébrées, une espèce exotique présente dans les Grands Lacs, ont atteint des proportions considérables; elles couvrent maintenant la majeure partie des substrats durs du lac et sont en voie d'envahir ses surfaces de sédiments meubles. Ces mollusques peuvent

consommer une grande partie du plancton présent dans l'eau. Cela rend l'eau plus claire, mais cela modifie également la chaîne trophique, ce qui en bout de ligne nuit à la santé des poissons qui ont une valeur marchande, dont les corégones. Parallèlement, des personnes ayant des intérêts halieutiques dans le lac Érié ont indiqué que la gestion du phosphore aurait entraîné une trop forte diminution de la production d'algues dans le lac, ce qui s'est traduit par une réduction des populations de poissons recherchés. Ils préconisent donc une augmentation de la charge en éléments nutritifs du lac.

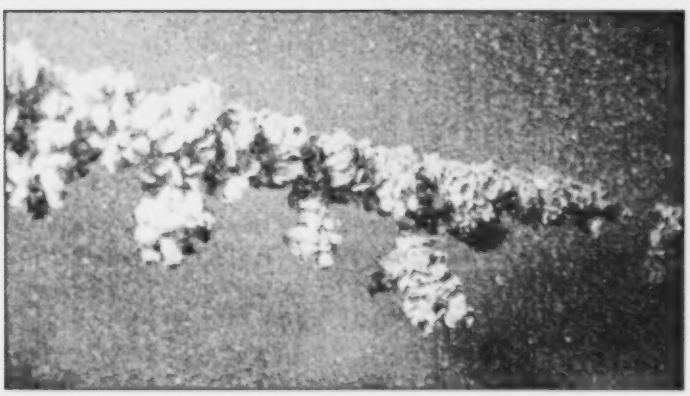
Les propriétaires riverains, quant à eux, trouvent des accumulations d'algues sur leurs plages. L'augmentation de la charge de phosphore empirerait la situation. Nous sommes donc aux prises avec un problème écologique fort complexe.

L'INRE et les moules zébrées, les éléments nutritifs et la "zone morte"

Les chercheurs de l'INRE, de concert avec plusieurs partenaires, dont Pêches et Océans Canada, la U.S. Environmental Protection Agency, la U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration et la communauté universitaire, continuent à étudier les effets que peuvent avoir les espèces exotiques envahissantes, telles que la moule zébrée, sur les écosystèmes des Grands Lacs – des effets qui peuvent avoir des conséquences imprévisibles sur les populations humaines.

Leurs études aident à déterminer comment évoluent l'état et les populations d'espèces indigènes présentes dans le lac Érié et comment la qualité de l'eau et les pêches pourraient être affectées par des changements de situation quant aux éléments nutritifs.

Les données à long terme indiquent que les concentrations de phosphore dans les bassins du centre et de l'est du lac Érié varient; en fait, on a constaté une diminution des concentrations de 1992 à 1995 et une augmentation en 1996 et en 1997. Selon les recherches menées par Environnement Canada, l'augmentation de la charge de phosphore ferait augmenter le nombre des moules zébrées, alors que la fluctuation des populations de moules pourrait influer sur les concentrations de phosphore.



Comme 13 millions de personnes habitent autour du lac, toute mesure prise pour changer l'apport d'éléments nutritifs dans le lac doit reposer sur un fondement scientifique solide. Actuellement, les scientifiques de l'INRE ne recommandent aucun changement stratégique.

La surveillance à long terme a montré que la teneur en oxygène mesurée au fond du lac fluctue énormément, et rien n'indique vraiment que les moules zébrées auraient un effet significatif

sur ce paramètre. Les chercheurs de l'INRE ont démontré que les conditions climatiques sont un facteur important d'explication de ces variations.

Il importe de poursuivre les recherches pour tenter de comprendre la dynamique d'un problème aussi complexe : le lac Érié continue à réagir à l'invasion de la moule zébrée, et quelque 18 autres espèces exotiques l'ont envahi depuis l'introduction des moules.

Incidence des recherches de l'INRE sur le processus décisionnel

Les résultats des recherches fournissent l'information scientifique nécessaire :

- **pour décider de tout changement futur de l'apport en éléments nutritifs dans les Grands Lacs, ce qui contribue à l'atteinte et au maintien des engagements internationaux pris en vertu de l'Accord canado-américain sur la qualité de l'eau des Grands Lacs;**
- **pour relever les endroits où une surveillance environnementale est requise afin de protéger l'écosystème du fleuve Saint-Laurent et des Grands Lacs et déterminer le type de surveillance requis;**
- **pour fournir un fondement scientifique à l'élaboration d'une stratégie sur les espèces exotiques envahissantes pour le Canada;**
- **pour communiquer des attentes raisonnables sur la qualité de l'eau des lacs reposant sur la compréhension de l'écosystème lacustre.**

Avantages pour les Canadiens

Cette recherche est bénéfique pour la santé des Canadiens, et pour l'environnement et l'économie du Canada.

Les éléments nutritifs présents dans les eaux usées continuent d'affecter l'utilisation des plages de la région des Grands Lacs. Une meilleure compréhension des effets des éléments nutritifs sur l'écosystème peut aider les organismes de gestion des lacs à prendre des mesures immédiates pour éviter la fermeture des plages, ce qui augmentera les possibilités d'activités récréatives en nombre et en qualité (baignade).

Une fois éclaircie la situation de l'oxygène, les chercheurs ont pu se concentrer sur des questions plus importantes, à savoir déterminer dans quelle mesure les moules ont altéré le cycle des éléments nutritifs et si une autre réduction de la charge de phosphore s'impose.

La population excessive de moules zébrées a entraîné une perturbation du milieu et une rupture de l'équilibre de la chaîne trophique. Ainsi, les populations de Diporeia – une source importante d'acides gras essentiels pour les poissons – ont chuté considérablement dans le lac Érié. Cette baisse a affecté la santé des poissons ayant une valeur marchande et, par le fait même, la vitalité économique des pêches.

Avec les quelque 162 nouvelles espèces envahissantes répertoriées dans les Grands Lacs en 2001, la menace pour l'intégrité écologique de l'un des écosystèmes naturels canadiens les plus célèbres dans le monde continue de croître. Les recherches et les mesures de surveillance qui forment l'assise des stratégies environnementales visant à protéger les Grands Lacs contre cette menace continueront à être bénéfiques pour l'environnement et l'économie du Canada.

Substances chimiques ignifuges – Une source de préoccupation environnementale

Au Canada, les concentrations de PBDE dans le lait humain ont augmenté d'un facteur de dix entre 1992 et 2002 et par un facteur de 100 environ depuis le début des années 1980, selon une étude récente de Santé Canada.

Les produits retardateurs de flamme bromés assurent une protection contre le feu et sont présents dans des articles de tous les jours (p. ex. textiles, plastiques, peintures, téléviseurs, ordinateurs et d'autres appareils électriques).

Les éthers diphényliques polybromés (PBDE) sont les produits retardateurs de flamme bromés les plus largement répandus. Ils ont commencé à susciter des préoccupations environnementales à l'échelle internationale à la fin des années 1990. À cette époque, une étude menée en Suède avait démontré que, contrairement à ce qu'on observe pour des contaminants comme les BPC, les concentrations de PBDE dans les échantillons de lait humain avaient augmenté d'une manière exponentielle depuis le début des années 1970.

Les molécules de BDE (éther diphénylique bromé) ont une structure semblable à celle des biphényles polychlorés (BPC), qui sont considérés comme des cancérogènes probables et dont on sait qu'ils causent des anomalies congénitales, des dommages neurologiques et des déséquilibres de l'activité thyroïdienne.

L'INRE et les produits retardateurs de flamme bromés

L'INRE a organisé quatre colloques internationaux et multisectoriels de recherche sur les produits retardateurs de flamme bromés. Il a aussi joué un rôle important dans d'autres ateliers sur le sujet – ce qui témoigne de l'intérêt considérable que soulèvent les recherches et les politiques publiques relatives aux produits retardateurs de flamme bromés, qui sont considérés comme des polluants d'envergure planétaire.

Les scientifiques de l'INRE dirigent des travaux internationaux qui devraient nous permettre de comprendre les sources, le comportement environnemental et la toxicité des produits retardateurs de flamme bromés. Leur collaboration avec des spécialistes d'autres pays permet le partage des connaissances scientifiques et contribue à l'élaboration d'un portrait de l'ampleur des PBDE dans l'environnement, et ce à l'échelle mondiale.

Les produits retardateurs de flamme bromés provenant de l'activité industrielle du sud sont transportés vers le nord, surtout par des phénomènes atmosphériques, et sont introduits dans les écosystèmes aquatiques quand la neige et la glace fondent au printemps. Dans le cadre du Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord (PLCN) du gouvernement fédéral, l'INRE a entrepris des études pour déterminer la présence des éthers diphényliques bromés dans l'air arctique et l'ampleur de leurs concentrations.

En s'appuyant sur un rapport exhaustif traitant des contaminants présents dans les sédiments dans l'ensemble du bassin des Grands Lacs, l'INRE effectue maintenant, en collaboration avec ses partenaires, un suivi des tendances des produits chimiques nouveaux ou émergents, y compris les produits retardateurs de flamme bromés, qui sont présents dans l'écosystème des Grands Lacs.

En collaboration avec Pêches et Océans Canada, Santé Canada, d'autres membres d'Environnement Canada et l'Université de Guelph et l'Université Trent, l'INRE a effectué une recherche pluriannuelle sur les effets des PBDE au Canada. On a examiné des échantillons de lait maternel, d'aliments, de biote, d'œufs d'oiseaux, de sédiments et d'air prélevés dans différentes régions du pays. On a également étudié l'occurrence des produits chimiques chez les espèces sauvages du Canada. Les résultats de cette recherche ont confirmé que les PBDE sont des polluants omniprésents, qui vont en augmentant au Canada.

Incidence des recherches de l'INRE sur le processus décisionnel

L'INRE est co-directeur du rapport sur les polluants organiques persistants du Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique. Ce rapport contient un examen complet de la contamination de l'environnement arctique et souligne les concentrations croissantes de produits retardateurs de flamme et d'autres nouveaux contaminants chez les animaux marins et dulcicoles. La principale fonction du Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique est d'informer les gouvernements des huit pays arctiques, soit le Canada, le Danemark/Groenland, la Finlande, l'Islande, la Norvège, la Russie, la Suède et les Etats-Unis, sur les menaces que pose la pollution dans la région de l'Arctique, et de les aider à orienter leurs efforts pour la prise de mesures préventives et correctives.

L'information recueillie partout au Canada par les chercheurs de l'INRE a contribué à la réalisation d'une évaluation du risque en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE), évaluation qui propose la désignation de tous les PBDE en tant que substances persistantes, bioaccumulables et toxiques, selon la définition de la Loi, et l'ajout de certains PBDE sur la Liste de quasi-élimination.

Les résultats des recherches ont été également employés dans des programmes internationaux d'évaluation et de gestion des risques que représentent les éthers diphényliques bromés (BDE) et d'autres produits retardateurs de flamme bromés. Ainsi, l'INRE participe aux travaux du groupe de travail sur les polluants organiques persistants (POP) de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU) et du groupe de travail sur les stratégies et l'examen, qui joue un rôle stratégique important dans la mise à jour des protocoles existants et dans l'élaboration de nouveaux protocoles.

Avantages pour les Canadiens

De solides activités scientifiques profitent aux Canadiens! Sans elles, il ne serait pas possible de mener des évaluations des risques que posent des produits chimiques industriels tels que les PBDE pour l'environnement canadien.

Les évaluations des risques nous aident à identifier les sources de pollution qui posent le plus grand risque pour l'environnement et la santé humaine, et sont le prélude à des mesures de lutte contre ces sources de pollution, mesures qui contribuent à réduire le nombre croissant de problèmes de santé humaine, tels que les anomalies congénitales, les dommages neurologiques et les déséquilibres de l'activité thyroïdienne.

En fournissant les bases scientifiques de l'évaluation des risques qui a recommandé la désignation des PBDE comme substances toxiques, l'INRE a joué un rôle essentiel dans le processus qui a finalement conduit à l'élaboration de règlements, de lignes directrices et d'autres outils de gestion des risques posés par ces substances – processus qui préviendra la pollution et protégera la santé humaine et l'environnement.

Le delta Paix-Athabasca a besoin d'eau

Le delta Paix-Athabasca est situé dans le coin sud-est du parc national Wood Buffalo, l'un des plus grands parcs nationaux du Canada. Il s'agit d'un milieu humide visé par la Convention de Ramsar et d'un site du patrimoine mondial de l'UNESCO.

Le delta Paix-Athabasca dans le nord de l'Alberta est l'un des deltas d'eau douce intérieurs les plus grands du monde et un milieu humide d'importance internationale. Il abrite quelques-unes des prairies de graminées et de carex les plus importantes et les mieux conservées en Amérique du Nord, et fournit un habitat à de grandes populations d'oiseaux aquatiques, de rats musqués, de castors et de bisons des bois en liberté.

Au cours des 25 dernières années, cette région complexe et dynamique a subi des sécheresses prolongées qui ont transformé l'écosystème aquatique de certains bassins en écosystème terrestre. La première sécheresse est survenue entre 1968 et 1971, après la construction et le premier remblayage du barrage hydroélectrique W.A.C. Bennett situé en amont de la rivière de la Paix et la deuxième, après le retrait de l'eau à la suite d'une importante inondation au printemps de 1974.

L'absence d'inondation régulière constitue le principal problème. Les milieux humides peuvent difficilement subsister sans un apport d'eau abondant dans les zones tributaires des crues. Contrairement aux zones urbanisées du sud où la crue printanière due aux embâcles cause souvent des dommages matériels et nuit à l'économie, les inondations qui surviennent dans les régions nordiques éloignées du Canada stimulent la productivité biologique et préservent le capital naturel qui fait la renommée du delta.

L'INRE national et le delta Paix-Athabasca

L'INRE effectue actuellement des recherches afin de parfaire ses connaissances sur l'hydroclimatologie et l'écologie du delta et sur les incidences éventuelles du changement climatique sur la productivité et la biodiversité.

Afin de relever le défi associé à la cueillette de l'information dans une région aussi vaste et éloignée, l'INRE met actuellement au point des outils innovateurs – comme de nouvelles techniques de télédétection – afin de saisir la dimension spatiale des inondations, des niveaux d'eau et des modifications aux régimes d'écoulement.

L'étude des images satellites montrant les fluctuations passées des niveaux d'eau a permis aux scientifiques d'améliorer leurs connaissances sur l'évapotranspiration et d'autres processus hydrologiques et d'amasser des données qui seront utilisées dans les modèles de bilan hydrique afin de prévoir les changements futurs.

Dans les années 1990, l'INRE a joué un rôle de premier plan dans l'Étude sur les bassins des rivières du Nord, une initiative provinciale-territoriale-fédérale. Les chercheurs ont découvert que certains effets de la régulation du débit nécessaire au fonctionnement des barrages, jumelés aux variations climatiques, avaient réduit l'occurrence des très gros embâcles, qui sont à l'origine des inondations dans le delta.

Lorsque les scientifiques de l'INRE ont compris de quelle façon les changements de débit associés aux variations climatiques contribuaient aux périodes de sécheresse prolongées, ils ont élaboré une stratégie qui optimise le potentiel d'inondation en faisant coïncider les lâchers d'eau du barrage hydroélectrique W.A.C. Bennett avec les conditions naturelles propices, qui sont fonction de l'enneigement. Ainsi, le volume d'eau libéré par le barrage amont augmenterait l'ampleur de l'onde de crue naturelle produite par le ruissellement nival associé à toutes les autres sources d'écoulement fluvial.

Incidence des recherches de l'INRE sur le processus décisionnel

L'INRE a recommandé de modifier légèrement la régulation du débit de la rivière de la Paix afin de favoriser la survenue d'inondations provoquées par les embâcles au printemps, ce qui a été accepté par BC Hydro. Au printemps de 1996, les conditions hydrologiques et climatiques étaient favorables, et un lâcher d'eau effectué au moment propice par les gestionnaires du barrage a permis de grossir les eaux de crue associées à un embâcle et d'inonder des régions qui avaient été aux prises avec des sécheresses pendant plus de deux décennies.

Des travaux de recherche entrepris ultérieurement par l'INRE dans le cadre de l'Initiative des écosystèmes des rivières du Nord, autre programme multipartite, ont révélé que l'augmentation du débit avait contribué sensiblement à la crue causée par un embâcle dans le delta cette année-là – il s'agissait de la première crue de cette ampleur en presque 20 ans. En outre, les chercheurs ont découvert que, sous l'effet du changement climatique futur et des taux rapides d'assèchement qui en résulteront, la santé de l'écosystème du delta sera de plus en plus tributaire de la crue des eaux.

Avantages pour les Canadiens

La stratégie d'adaptation utilisée par les gestionnaires de l'eau pour atténuer les effets négatifs du changement climatique sur les ressources hydriques du Nord pourrait avoir une incidence positive sur l'environnement et les conditions socioéconomiques des Canadiens.

L'accroissement des périodes d'inondation essentielles au maintien de la bonne santé environnementale de la région contribue à assurer la préservation d'un site du patrimoine naturel de renommée mondiale ainsi que la protection et la durabilité des ressources naturelles dont dépendent les collectivités autochtones locales pour leur subsistance et leur mode de vie.

Technologie d'assainissement des sédiments

De 1993 à 2001, près de 130 M $US ont été dépensés pour assainir les sédiments dans la rivière Detroit et le bassin du lac Érié; quelque 843 500 mètres cubes de sédiments contaminés et environ 198 000 kg de PCB ont été enlevés.

Des années de pollution par les eaux d'égout et les effluents des usines de pâtes et papiers, des industries sidérurgiques et pétrolières et d'autres sources ont contaminé les sédiments de nombreux ports, lacs, rivières et canaux de la planète.

Les contaminants contenus dans les sédiments de fond peuvent se disperser dans l'eau au détriment de la qualité de l'eau et des organismes aquatiques. Les polluants présents dans ces sédiments peuvent s'accumuler dans la chaîne trophique et mettre ainsi en danger la vie des poissons et des oiseaux et, en fin de compte, des humains.

La méthode classique utilisée pour régler le problème des sédiments contaminés consiste à les receuillir à l'aide d'une drague, à les transporter en vue de les acheminer vers un centre de stockage à long terme et, éventuellement, à les traiter. Mais le dragage n'est pas toujours possible si les sédiments sont instables ou l'eau trop profonde, auquel cas il risque de ne pas éliminer la totalité des sédiments.

Le dragage et l'élimination des sédiments contaminés sont des processus extrêmement coûteux qui présentent également des risques pour l'environnement et la santé humaine. Le coût élevé de l'enlèvement et du traitement des sédiments a stimulé la recherche de technologies plus novatrices.

L'INRE et l'assainissement des sédiments

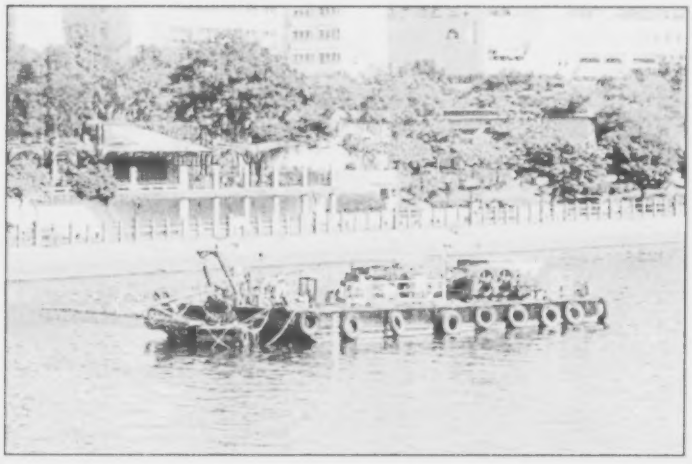
Afin de trouver un meilleur procédé de décontamination des sédiments, l'INRE a soumis diverses méthodes *in situ* à des essais exhaustifs en laboratoire puis en conditions réelles. Le traitement *in situ* offre plus d'avantages que le dragage, car les sédiments sont traités sur place et n'ont pas à être transportés à grands frais pour être traités ailleurs. Des produits chimiques sont injectés directement dans les sédiments qui reposent sur le fond de la rivière ou du port.

Ces essais ont permis de mettre au point un des premiers procédés d'assainissement sur place qui ont été commercialisés. Le procédé de traitement *in situ* des sédiments Limnofix (LIST) consiste à utiliser une herse sous-marine remorquée par un bateau pour labourer les sédiments contaminés et y injecter un oxydant chimique, généralement du nitrate de calcium.

L'oxydant injecté stimule la biodégradation des contaminants en fournissant de l'oxygène aux bactéries présentes dans les sédiments et en oxydant les sulfures qui entravent ce processus naturel.

Bien que l'oxydation soit assez rapide, la biorestauration peut prendre plusieurs mois selon le type de contaminant en cause et l'ampleur de la contamination.

Les scientifiques de l'INRE ont démontré l'efficacité du LIST en procédant avec succès à des traitements *in situ* au Canada, aux États-Unis et en Europe et en démontrant qu'il accélère la biodégradation et l'oxydation des sulfures et réduit la toxicité des sédiments; il s'ensuit une amélioration de la qualité de l'eau et de l'habitat aquatique. Dans certains cas, on peut éliminer les dragages coûteux et les risques environnementaux qu'ils présentent.



Incidence des recherches de l'INRE sur le processus décisionnel

Les organismes nationaux et internationaux de gestion environnementale et les gouvernements ont décidé d'utiliser des méthodes de détoxication *in situ* pour assainir les sédiments contaminés :

- Certains des plus grands ports des Grands Lacs renferment des zones fortement polluées par les sulfures, les métaux lourds, les BPC et le phosphore issus des rejets municipaux et industriels. On a demandé à l'INRE et à ses partenaires de procéder au traitement *in situ* des sédiments pour divers contaminants.
- Près de l'ancien aéroport de Hong Kong, des sédiments contaminés par les eaux usées dans le milieu marin posaient de graves problèmes d'odeur et entraînaient la corrosion des bâtiments et des avions. Un traitement à échelle réelle a été réalisé et, en moins de quelques semaines, les sédiments étaient passés du noir au brun, plus de 95 p. cent des sulfures avaient été éliminés et les mauvaises odeurs s'étaient considérablement dissipées.
- À la fin des années 1990, à Salem, au Massachusetts, une vasière contaminée par le goudron de houille provenant d'une usine de gazéification du charbon a subi deux traitements LIST à l'aide d'un dispositif d'injection remorqué par un tracteur à marée basse. Elle est maintenant assainie à 90 p. cent. L'United States Naval Facilities Engineering Service Center a également choisi le procédé LIST pour assainir plusieurs installations navales américaines.
- L'INRE, en collaboration avec Redlog Environmental Ltd., titulaire mondial de la licence, a démontré l'efficacité de la biorestauration *in situ* des sédiments contaminés par le pétrole pendant la guerre du Golfe en 1991. Ces travaux ont servi à soutenir les réclamations faites contre l'Irak par le Koweït auprès de la Commission d'indemnisation des Nations Unies à la suite de l'invasion du territoire koweïtien par l'armée irakienne.
- Une application à échelle réelle de la technologie d'assainissement a été utilisée afin d'éliminer les odeurs dans la rivière Shing Mun à Hong Kong. Le premier traitement a été concluant, et un deuxième traitement à échelle réelle a récemment été effectué.

Avantages pour les Canadiens

La technologie d'assainissement des sédiments est un exemple classique d'une bonne pratique environnementale doublée d'une solution économique sensée!

- La technologie réduit la quantité de substances toxiques *dans* l'environnement, tout en évitant les dommages qui peuvent être causés par le dragage.
- La restauration de l'environnement est assurée à des coûts moindres, ce qui fait de la meilleure pratique environnementale la méthode d'assainissement la plus rentable.
- L'intérêt manifesté pour la technologie au Canada et à l'étranger témoigne d'un énorme marché potentiel, ce qui accroît la compétitivité économique du Canada *dans* le développement de technologies environnementales.

Principales publications scientifiques

Un échantillon de publications majeures portant sur des sujets traités dans le présent rapport figure ci-après. Les scientifiques de l'INRE ont participé à toutes ces publications, soit comme auteurs, rédacteurs ou chefs d'équipe de recherche.

AMAP. 2004. « AMAP assessment 2002: persistent organic pollutants in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) », Oslo, Norvège. 310 p.

Amos, C.L., I.G. Droppo et T.P. Murphy. 2003. « The stability of a remediated bed in Hamilton Harbour, Lake Ontario, Canada ». Sedimentology 50: 149-168.

BFR. 2004. « The Third International Workshop on Brominated Flame Retardants ». Université de Toronto, Toronto, Ontario, Canada, 6-9 juin, 2004.

Chambers, P.A., M. Guy, E.S. Roberts, M.N. Charlton, R. Kent, C. Gagnon, G. Grove et N. Foster. 2001. Les éléments nutritifs et leurs effets sur l'environnement au Canada. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Environnement Canada, Pêches et Océans Canada, Santé Canada et Ressources naturelles Canada. Bureau national des recommandations et des normes, Environnement Canada, Hull, Québec. 271 p.

Charlton, M.N. et J.E. Milne. 2004. « Review of thirty years of change in Lake Erie water quality ». Institut national de recherche sur les eaux, Environnement Canada, Burlington/ Saskatoon, Contribution de l'INRE nº 04-167.

Chau, Y.K., R.J. Maguire, M. Brown, F. Yang et S.P. Batchelor. 1997. « Occurrence of organotin compounds in the Canadian aquatic environment five years after the regulation of antifouling uses of tributyltin ». Water Qual. Res. J. Canada 32: 453-521.

Environnement Canada. 2001. Menaces pour les sources d'eau potable et les écosystèmes au Canada. Institut national de recherche sur les eaux, Burlington, Ontario. Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE; rapport nº 1. 87 p.

Environnement Canada. 2004. Menaces pour la disponibilité de l'eau au Canada. Institut national de recherche sur les eaux, Burlington, Ontario. Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE; rapport nº 3 et série de documents d'évaluation de la science de la DGSAC, nº 1. 148 p.

Environnement Canada. 2005. 2004 « Canadian Acid Deposition Science Assessment » [CD-ROM]. (Sommaire : Évaluation scientifique 2004 des dépôts acides au Canada.)

Jensen, J., K. Adhare et R. Shearer (éds.). 1997. Rapport de l'évaluation des contaminants *dans* l'Arctique canadien. Affaires indiennes et du Nord Canada, Ottawa.

Maguire, R.J. 2000. « Review of the persistence, bioaccumulation and toxicity of tributyltin (TBT) in aquatic environments in relation to Canada's Toxic Substances Management Policy ». Water Qual. Res. J. Canada 35: 633-679.

Marsalek, J. 1982. « Road and bridge deck drainage systems ». Rapport RR 228, Ministère des Transports et des Communications de l'Ontario, ISSN 022807048, Toronto, Ontario.

Murphy, T.P. et M. Kumagai. 2003. « Eutrophication control by sediment treatment: common assumptions and misconceptions », p. 59-80. *Dans* M. Munawar (éd.), « Sediment quality assessment and management : insight and progress ». Goodword Books, New Delhi.

Prowse, T.D., S. Beltaos, B. Bonsal, T. Carter, M.C. English, T. Gardner, J.J. Gibson, D.L. Peters et L. Romolo. 2004. « Hydro-climatic impacts affecting the Peace-Athabasca-Slave catchments and deltas ». *Dans* « Environment Canada, Northern Rivers Ecosystem Initiative: Collective Findings [CD-ROM] ». Document établi par F.M. Conly, Saskatoon, SK, 2004 (avec Alberta Environment).

Prowse, T.D., D. Peters, S. Beltaos, A. Pietroniro, L. Romolo, J. Töyrä et R. Leconte. 2002. « Restoring ice-jam floodwater to a drying delta ecosystem ». Water Int. 27(1): 58-69.

Servos, M.R., E. Innes, J. Given, K. Ostapyk, E. Topp, R. McInnis et M.E. Starodub. 2002. Évaluation et gestion des produits pharmaceutiques et des produits d'hygiène et de

beauté *dans* l'environnement canadien : compte rendu d'un atelier à intervenants multiples. Environnement Canada et Santé Canada. Publication spéciale. 78 p.

Weeber, R.C., D.S. Jeffries et D.K. McNicol. 2005. « Recovery of aquatic ecosystems », chapitre 7. *Dans* 2004 « Canadian Acid Deposition Science Assessment », Environnement Canada [CD-ROM]. (Sommaire : Le rétablissement des écosystèmes aquatiques, dans Évaluation scientique 2004 des dépôts acides au Canada, chapitre 7.)

Zaitlin, B., S.B. Watson, J. Ridal, T. Satchwill et D. Parkinson. 2003. « Actinomycetes in Lake Ontario : habitats and geosmin and MIB production ». J. Amer. Water Works Assoc. ABI/INFORM Trade & Industry 95(2): 113.